

DERWENT-ACC-NO: 2001-094892

DERWENT-WEEK: 200111

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Cutting of brittle materials such as glass involves irradiating laser at edge portion of brittle material to generate crack in direction of groove and continuing irradiation along groove to cut material

PATENT-ASSIGNEE: MITSUBISHI ELECTRIC CORP[MITQ]

PRIORITY-DATA: 1999JP-0084871 (March 26, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2000281373 A	October 10, 2000	N/A	011	C03B 033/033

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000281373A	N/A	1999JP-0084871	March 26, 1999

INT-CL (IPC): B23K026/00, C03B033/033, C03B033/037, C03B033/09

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000281373A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A longitudinal groove (3) is formed on the brittle material (4). A laser radiation (5) is positioned at the edge portion of brittle material. Laser is irradiated for preset time, so that a crack (6) is formed on the edge portion, then laser is irradiated along the groove from the crack portion so as to cut the brittle material into two portions.

USE - Cutting brittle materials such as glass, ceramics.

ADVANTAGE - Since crack is made to generate at material edge portion in the direction of groove, the yield of cutting material is improved and enables precise cutting of brittle materials.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a view of cutting process of brittle material.

Longitudinal groove 3

Brittle material 4

Laser radiation 5

Crack 6

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/17

TITLE-TERMS: CUT BRITTLE MATERIAL GLASS IRRADIATE LASER EDGE PORTION BRITTLE MATERIAL GENERATE CRACK DIRECTION GROOVE CONTINUE IRRADIATE GROOVE CUT MATERIAL

(19)日本国特許庁 (J·P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-281373

(P2000-281373A)

(43)公開日 平成12年10月10日 (2000.10.10)

(51)Int.Cl.
C 03 B 33/033
B 23 K 26/00
C 03 B 33/037
33/09

識別記号

F I
C 03 B 33/033
B 23 K 26/00
C 03 B 33/037
33/09

マーク*(参考)
4 E 0 6 8
D 4 G 0 1 5

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全11頁)

(21)出願番号 特願平11-84871

(22)出願日 平成11年3月26日 (1999.3.26)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 豊田 順
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 竹野 祥瑞
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74)代理人 100065226
弁理士 朝日奈 宗太 (外1名)

最終頁に続く

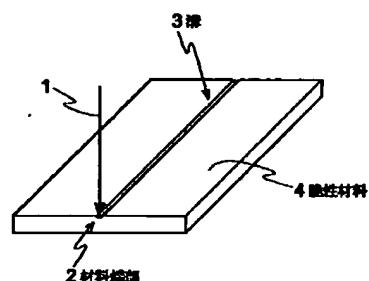
(54)【発明の名称】 脆性材料の分割方法

(57)【要約】

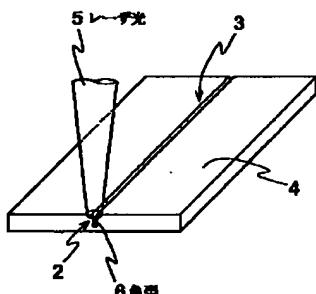
【課題】 ガラスまたはセラミックスなどの脆性材料にレーザ照射などによる熱源を与えることで熱応力を発生させて割断する方法において、加工するに当たり、その割断の作業歩留りを100%にまで高めることができる脆性材料の分割方法を提供する。

【解決手段】 脆性材料4の表面に溝3を形成し、該溝3に沿ってレーザ光5を照射することによって、前記溝3に沿って脆性材料4を分割させる脆性材料の分割方法であって、少なくとも分割開始部となる材料端部2にレーザ光5が照射されるようにレーザ光5を位置決める工程と、その位置で所定時間レーザ光5を照射して材料端部2の前記溝3に沿って亀裂6を発生させる工程と、亀裂6が発生した材料端部2から前記溝3に沿ってレーザ光5を照射して脆性材料4を分割させる工程とからなる。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 脆性材料の表面に溝を形成し、該溝に沿ってレーザ光を照射することによって、前記溝に沿って脆性材料を分割させる脆性材料の分割方法であって、少なくとも分割開始部となる材料端部にレーザ光が照射されるようにレーザ光を位置決めする工程と、その位置で所定時間レーザ光を照射して材料端部の前記溝に沿って亀裂を発生させる工程と、亀裂が発生した材料端部から前記溝に沿ってレーザ光を照射して脆性材料を分割させる工程とからなることを特徴とする脆性材料の分割方法。

【請求項2】 前記脆性材料の少なくとも分割開始部を含む領域を、レーザ光の照射時に室温よりも高い温度に昇温することを特徴とする請求項1記載の分割方法。

【請求項3】 前記脆性材料の表面に溝を形成し、該溝に沿って脆性材料を複数回分割する場合において、第一の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光の照射を行ない、第一の分割が終了したのち、隣接する第二の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光を照射して分割を行ない、これを繰り返すことを特徴とする脆性材料の分割方法。

【請求項4】 2枚の脆性材料を貼り合わせた被加工材の表面と裏面の互いにずれた位置の分割予定線で各脆性材料を分割する場合、前記表面および裏面のうち、いずれか一方の面における第一の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光の照射を行ない、第一の分割が終了したのち、他の面における第二の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光を照射して分割を行なうことを特徴とする脆性材料の分割方法。

【請求項5】 脆性材料の表面に溝を形成し、該溝に沿って第一のレーザ光を照射することによって、前記溝に沿って脆性材料を分割させる脆性材料の分割方法であって、前記溝を基準として脆性材料の端面と反対側の位置に、第二のレーザ光を同時に照射することを特徴とする脆性材料の分割方法。

【請求項6】 前記第一のレーザ光と同様の強度分布をもつ第二のレーザ光を、前記溝から脆性材料の端面までの距離の2倍の位置に照射することを特徴とする請求項5記載の分割方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガラスまたはセラミックスなどの脆性材料を割断する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図9は、従来の脆性材料の分割方法を示す図で、特開昭54-106524号公報に示されたものと類似のものを示している。図9の脆性材料の分割方法は、図示しないレーザ光源から供給されるレーザ光5を脆性材料4における分割予定線の溝3に分割幅L以下の一ビーム径10で照射して、その照射位置に生じる熱応

力により亀裂6を発生させ、レーザ光5を溝3に沿う走査方向8に走査することによって、その亀裂6を溝3に沿う方向に誘導し、材料を分割する。なお、溝3は、先端にダイヤモンドなどの超硬度を有するものを装着した脆性材料用切断工具やエッチングなどで形成する。

【0003】脆性材料としては、ガラスやアルミナセラミックスのほか、石英または半導体材料などがある。また、レーザ光としては、加工材料の材質によってCO₂レーザ光またはYAGレーザ光などを適宜に選択する。

10 【0004】図9の分割方法を、たとえばガラスに適用した場合、材料端部の亀裂方向が制御できないため、分割の断面形状は図10に示されるように、脆性材料4であるガラスの分割面3aにおける材料端部2に品質に悪影響を与えるクラック26が生じることがある。このため、レーザ光の照射条件が適切な条件の場合でも、10%の割断の作業歩留りが得られない惧れがある。

【0005】また、図11は、脆性材料の他の分割方法を示す図で、特開平7-323385号公報に示されたものと類似のものを示している。図11の脆性材料の分割方法は、図示しないレーザ光源から供給されるレーザ光5を、脆性材料4に溝を形成せずに、分割予定線27上に図示しない熱源によってノズル9から熱風を分割幅L以下の一ビーム径10のレーザ照射を行なう。このとき、分割予定線27上にノズル9から熱風を供給することにより、該分割予定線27を局部加熱することで、亀裂6を誘導するのに充分な温度勾配を与え、レーザ光5を分割予定線27に沿う走査方向8に走査することによって材料を分割する。また、熱源としては、熱風、赤外線ヒータ、またはレーザ光が使用可能である。

30 【0006】図11の分割方法を、たとえばガラスに適用した場合、溝がないため、亀裂の制御が不安定となり、分割の断面形状は図12に示すように、分割予定線27に沿って分割できず、分割面3aにおける材料端部2にクラック26が生じることがあり、たとえ適切な割断条件の場合でも、100%の割断の作業歩留りが得られない惧れがある。

【0007】また、前記図9の分割方法において、脆性材料の切り出し材を連続で得るために、予め複数の溝を脆性材料の全長または端部に形成後、分割幅以下のレーザ光径で照射を行なえば、切り出し材を連続で得ることが可能である。この分割方法は特開昭60-163491号公報に示されたものと類似のものを示している。これは、図示しないレーザ光源から供給されるレーザ光5を脆性材料の溝3に照射して、その照射位置に生じる熱応力により亀裂6を発生させ、レーザ光5を溝3に沿う走査方向8に走査することによって、その亀裂6を溝3に沿う方向に誘導し、材料を分割する。

【0008】前記分割方法を、たとえばガラスに適用した場合、図13に示されるように、レーザ照射中の溝3に隣接する溝3にもクラックを伴う亀裂6が発生し、別

の部分でも材料が分割され、たとえ適切な割断条件の場合でも、100%の割断の作業歩留りが得られない惧れがある。

【0009】また、図14は、前記特開昭54-106524号公報に示された他の分割方法と類似のものを示している。図14の脆性材料の分割方法は、2枚の脆性材料4を貼り合わせた被加工材の表面と裏面の互いにずれた位置16で材料を分割する場合、図示しないレーザ光源から供給されるレーザ光5を、被加工材の表面の溝(分割予定線)17に分割幅以下のビーム径で照射して、その照射位置に生じる熱応力により亀裂6を発生させ、レーザ光を溝(分割予定線)17に沿う走査方向に走査することによって、その亀裂6を溝(分割予定線)17に沿う方向に誘導し、材料を分割する。

【0010】図14の分割方法を、2枚の脆性材料を貼り合わせた構造をもつ、たとえば液晶パネルのガラスに適用した場合、まずすべてのパネルの表面および裏面に溝を形成したのち、レーザ照射を行なう。この順序で加工を行なうと、溝形成プロセスとレーザ照射プロセスを各々独立して実行でき、両プロセス間の被加工物であるパネルの移動も簡易にできるため、割断時間の短縮が可能となる。しかし、レーザ照射中の表面ガラスの溝17とは反対側の裏面ガラスの溝19にも亀裂6が発生し、たとえ溝17を安定に分割できたとしても、すでに溝19は一部分割されているため、溝19には特異な熱応力分布が発生するため、溝19を分割予定線に沿って分割できず、たとえ適切な割断条件の場合でも、100%の割断の作業歩留りが得られない惧れがある。

【0011】図15～16は脆性材料のさらなる他の分割方法を示す図で、特開平7-328781号公報に示されたものと類似のものを示している。図15～16の脆性材料の分割方法は、脆性材料4に溝を形成せずに、図示しないレーザ光源から供給されるレーザ光5を少なくとも2点以上分割予定線27に照射して、レーザ照射部に特異な熱応力分布を発生させることで、1点レーザ照射に比べて、引張応力を大きくする。その引張応力により亀裂6を発生させ、レーザ光5を分割予定線27に沿う走査方向8に走査することによって、その亀裂6を分割予定線27に沿う方向に誘導し材料を分割する。また、レーザ光5のレーザ照射位置は、図15に示されるように走査方向8と直角である場合や、図16に示すように走査方向8と平行である場合などがある。

【0012】図15～16の分割方法を、たとえばガラスに適用した場合、図17に示されるように温度分布28が、分割予定線27に対して非対称であるため、発生する熱応力も非対称となり、脆性材料4の材料端部2の亀裂方向が制御できない。なお、29は温度分布28の低温方向である。そのため、分割断面形状は図10に示されるように、材料端部2に品質に悪影響を与えるクラック26が生じ、レーザ光の照射条件が適切な条件の場

合でも、100%の割断の作業歩留りが得られない惧れがある。また、脆性材料の分割幅が狭くなっていくにつれて、温度分布がより非対称となり、安定して分割できなくなる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ガラスまたはセラミックスなどの脆性材料にレーザ照射などによる熱源を与えることで熱応力を発生させて割断する方法において、加工するに当たり、その割断の作業歩留りを100%にまで高めることができる脆性材料の分割方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1にかかる脆性材料の分割方法は、脆性材料の表面に溝を形成し、該溝に沿ってレーザ光を照射することによって、前記溝に沿って脆性材料を分割させる脆性材料の分割方法であって、少なくとも分割開始部となる材料端部にレーザ光が照射されるようにレーザ光を位置決めする工程と、その位置で所定時間レーザ光を照射して材料端部の前記溝に沿って亀裂を発生させる工程と、亀裂が発生した材料端部から前記溝に沿ってレーザ光を照射して脆性材料を分割させる工程とからなることを特徴とする。

【0015】また本発明の請求項2にかかる脆性材料の分割方法は、前記脆性材料の少なくとも分割開始部を含む領域を、レーザ光の照射時に室温よりも高い温度に昇温するものである。

【0016】また本発明の請求項3にかかる脆性材料の分割方法は、前記脆性材料の表面に溝を形成し、該溝に沿って脆性材料を複数回分割する場合において、第一の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光の照射を行ない、第一の分割が終了したのち、隣接する第二の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光を照射して分割を行ない、これを繰り返すことを特徴とする。

【0017】また本発明の請求項4にかかる脆性材料の分割方法は、2枚の脆性材料を貼り合わせた被加工材の表面と裏面の互いにずれた位置の分割予定線で各脆性材料を分割する場合、前記表面および裏面のうち、いずれか一方の面における第一の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光の照射を行ない、第一の分割が終了したのち、他の面における第二の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光を照射して分割を行なうことを特徴とする。

【0018】また本発明の請求項5にかかる脆性材料の分割方法は、脆性材料の表面に溝を形成し、該溝に沿って第一のレーザ光を照射することによって、前記溝に沿って脆性材料を分割させる脆性材料の分割方法であって、前記溝を基準として脆性材料の端面と反対側の位置に、第二のレーザ光を同時に照射することを特徴とする。

【0019】また本発明の請求項6にかかる脆性材料

の分割方法は、前記第一のレーザ光と同様の強度分布をもつ第二のレーザ光を、前記溝から脆性材料の端面までの距離の2倍の位置に照射するものである。

【0020】請求項1においては、少なくとも分割開始部となる材料端部にレーザ光が照射されるようにレーザ光を位置決めする工程と、その位置で所定時間レーザ光を照射して材料端部の前記溝に沿って亀裂を発生させる工程と、亀裂が発生した材料端部から前記溝に沿ってレーザ光を照射して材料を分割させる工程より割断作業が構成されることにより、材料端部の亀裂方向を制御し、材料端部に亀裂を溝方向に発生させる。

【0021】請求項2においては、前記脆性材料の分割方法において、脆性材料の少なくとも分割開始部を含む領域を、レーザ光の照射時に室温よりも高い温度に昇温することで、脆性材料の破壊韧性を上げる。

【0022】請求項3においては、脆性材料の表面に溝を形成し、該溝に沿って材料を複数回分割する場合において、第一の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光の照射を行ない、第一の分割が終了したのち、隣接する第二の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光の照射して分割を行ない、これを繰り返し行なうことにより、レーザ照射中の溝だけに亀裂を発生させる。

【0023】請求項4においては、2枚の脆性材料を貼り合わせた被加工材の表面と裏面の互いにずれた位置の分割予定線で材料を分割する場合、被加工材の表面に第一の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光の照射を行ない、第一の分割が終了したのち、被加工材の裏面における、前記表面の第一の分割予定線と互いにずれた位置に第二の分割予定線に溝を形成し、この溝にレーザ光を照射することにより、片面ごとに亀裂を発生させる。

【0024】請求項5においては、脆性材料の表面に溝を形成し、該溝に沿って第一のレーザ光を照射することによって、前記溝に沿って材料を分割させる脆性材料の分割方法であって、前記溝を基準として材料の端面と反対側の位置に、第二のレーザ光を同時に照射することにより、レーザ照射中において、溝(分割予定線)に対する温度分布を対称にする。

【0025】請求項6においては、請求項5記載の脆性材料の分割方法において、第一のレーザと同様の強度分布をもつ第二のレーザ光を、前記溝から脆性材料の端面までの距離の2倍の位置に照射することにより、レーザ照射中において、溝(分割予定線)に対する温度分布を対称にする。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて本発明の脆性材料の分割方法を説明する。

【0027】実施の形態1

図1～2は本発明の第1の実施の形態にかかる脆性材料の分割方法を示したものである。図1～2において、

1はレーザ照射部の位置を示す矢印、2は材料端部、3は分割予定線の溝、4は脆性材料、5はレーザ光、6は亀裂、7はレーザ照射部を脆性材料の外側へ移動させたときの位置を示す矢印、8はレーザ光5の走査方向である。この分割方法は、まず図1(a)に示されるように、脆性材料4の材料端部2が溝3の分割開始部となるように矢印1へレーザ照射部を位置決めする。ついで図1(b)に示されるように、その位置で所定時間(たとえば0.1～0.5秒間)レーザ光5を照射して、材料端部2に亀裂6を発生させる。そして図2(a)に示されるように、一旦、レーザ照射部の粗い位置を脆性材料4の外側の矢印7に移動させる。ついで図2(b)に示されるように、レーザ光5を溝3に沿って照射し、脆性材料4を分割する。

【0028】この分割方法において、脆性材料4は、たとえば液晶パネルのガラスに使用される厚さ0.7mmのノンアルカリ系ガラスを用い、レーザ光5はCO₂レーザ光を用いた。また、溝3は、先端にダイヤモンドなどの超硬度を有するものを装着した脆性材料用切断工具で形成した。

【0029】脆性材料の分割条件としては、つぎに示すレーザ出力、分割速度および分割幅Lを選定した。

レーザ出力：60W

分割速度：100mm/s

分割幅L：5mm

【0030】図9に示す従来の方法では、材料端部の亀裂方向が制御できないため、材料端部に品質に悪影響を与えるクラックが生じ、割断の作業歩留りは約70%であった。そこで、前記分割条件で本実施の形態の方法を実施した結果、割断の作業歩留りは100%近くまで向上することが実験などにより確認できた。

【0031】本実施の形態では、脆性材料としてノンアルカリ系ガラスを用いたが、他のガラスやアルミナセラミックスのほか、石英または半導体材料などを用いることができる。また、レーザ光としては、加工材料の材質によってCO₂レーザ光またはYAGレーザ光などを適宜選択することができる。

【0032】実施の形態2

図3～4は本発明の第2の実施の形態にかかる脆性材料の分割方法を示したものである。この分割方法は、まず図3(a)に示されるように、レーザ照射前に溝3の分割開始部を、ホットプレート11または図11に示されるノズル9からの熱風などで室温よりも高い温度(30～40°C程度)に加熱したのち、材料端部2が分割開始部となるように矢印1へレーザ照射部を位置決めする。ついで図3(b)に示されるように、その位置で所定時間(たとえば0.1～0.5秒間)レーザ光5を照射して、材料端部2に亀裂6を発生させる。そして図4(a)に示されるように、一旦、レーザ照射部の粗い位置を脆性材料4の外側の矢印7に移動させる。ついで

図4 (b) に示されるように、レーザ光₅を溝₃に沿って照射し、脆性材料₄を分割する。

【0033】この分割方法において、脆性材料は、たとえば液晶パネルのガラスに使用される厚さ0.7mmのノンアルカリ系ガラスを用い、レーザ光₅はCO₂レーザ光を用いた。また、溝₃は、先端にダイヤモンドなどの超硬度を有するものを装着した脆性材料用切断工具で形成した。

【0034】脆性材料の分割条件として、つぎに示すレーザ出力、分割速度および分割幅Lを選定した。

レーザ出力: 60W

分割速度: 100mm/s

分割幅L: 4mm

【0035】図11に示す従来の方法は、溝を形成せずに分割予定線上を加熱した状態でレーザ照射を行ない、分割していたが、この方法では溝がないため、亀裂の制御が不安定となり、レーザ光の照射条件が適切な条件の場合でも、割断の作業歩留りは約70%であった。そこで、前記分割条件で本実施の形態の方法を実施した結果、割断の作業歩留りは100%近くまで向上することが実験などにより確認できた。

【0036】本実施の形態では、脆性材料としてノンアルカリ系ガラスを用いたが、他のガラスやアルミナセラミックスのほか、石英または半導体材料などを用いることができる。また、レーザ光としては、加工材料の材質によってCO₂レーザ光またはYAGレーザ光などを適宜選択することができる。

【0037】実施の形態3

図5は本発明の第3の実施の形態にかかる脆性材料の分割方法を示したものである。この分割方法は、まず図5 (a) に示されるように、レーザビーム径10の2倍以下の分割幅Lで切り出し材を連続で得る場合、1番目の切り出し材15の分割予定線に溝12を形成し、レーザ光₅を溝₃に沿って照射する。そして分割終了後、図5 (b) に示されるように、隣接する2番目の切り出し材の分割予定線13に溝14を形成し、1番目と同様に分割する。ついで前記工程を繰り返す。

【0038】この分割方法において、脆性材料は、たとえば液晶パネルのガラスに使用される厚さ0.7mmのノンアルカリ系ガラスを用い、レーザ光₅はCO₂レーザ光を用いた。また、溝₃は、先端にダイヤモンドなどの超硬度を有するものを装着した脆性材料用切断工具で形成した。

【0039】脆性材料の分割条件としては、つぎに示すレーザ出力、分割速度および分割幅Lを選定した。

レーザ出力: 60W

分割速度: 100mm/s

分割幅L: 5mm

【0040】図13に示す従来の方法は、予め複数の溝を硬脆材料の全長または端部に形成後、レーザ照射を行

ない材料を分割するため、レーザ照射中の溝に隣接する溝にも亀裂が発生し、別の部分でも材料が分割され、レーザ光の照射条件が適切な条件の場合でも、割断の作業歩留りは約60%であった。そこで、前記分割条件で本実施の形態の方法を実施した結果、割断の作業歩留りは100%近くまで向上することが実験などにより確認できた。

【0041】本実施の形態では、脆性材料としてノンアルカリ系ガラスを用いたが、他のガラスやアルミナセラミックスのほか、石英または半導体材料などを用いることができる。また、レーザ光としては、加工材料の材質によってCO₂レーザ光またはYAGレーザ光などを適宜選択することができる。

【0042】実施の形態4

図6は本発明の第4の実施の形態による脆性材料の分割方法を示したものである。この分割方法は、図6 (a)、(b) に示されるように、2枚の脆性材料4a、4bを貼り合わせた被加工材の表面と裏面の互いにすれた位置16の分割予定線で材料を分割する場合、まず、脆性材料4aの表面に溝17を形成したのち、レーザ光₅を照射し分割する。つぎに、材料4a、4bを裏返して材料4bの裏面における分割予定線に溝19を形成したのち、レーザ光₅を照射して分割する。

【0043】この分割方法において、脆性材料は、たとえば液晶パネルのガラスに使用される厚さ0.7mmのノンアルカリ系ガラスを用い、レーザ光₅はCO₂レーザ光を用いた。また、溝₃は、先端にダイヤモンドなどの超硬度を有するものを装着した脆性材料用切断工具で形成した。

【0044】脆性材料の分割条件としては、つぎに示すレーザ出力、分割速度および分割幅L、互いにすれた位置の間隔L₂を選定した。

レーザ出力: 60W

分割速度: 100mm/s

分割幅L: 6mm

互いにすれた位置の間隔L₂: 1mm

【0045】図14に示す従来の方法では、レーザ照射中の表面の溝とは反対側の裏面にも溝があり、その溝にも亀裂が発生し、分割予定線に沿って分割できず、たとえ適切な割断条件の場合でも、割断の作業歩留りは約60%であった。そこで、前記分割条件で本実施の形態の方法を実施した結果、割断の作業歩留りは100%近くまで向上することが実験などにより確認できた。

【0046】本実施の形態では、脆性材料としてノンアルカリ系ガラスを用いたが、他のガラスやアルミナセラミックスのほか、石英または半導体材料などを用いることができる。また、レーザ光としては、加工材料の材質によってCO₂レーザ光またはYAGレーザ光などを適宜選択することができる。なお、脆性材料を2枚貼り

合わせた被加工材(部品)として、液晶パネルがある。

【0047】実施の形態5

図7は本発明の第5の実施の形態にかかる脆性材料の分割方法を示したものである。この分割方法は、図7に示されるように、溝3を基準として、脆性材料4の端面23と反対側の照射位置22に、溝3に照射するレーザ光5とは異なるレーザ光21をレーザ光5と同じ走査方向8に照射して脆性材料4を分割する。

【0048】この分割方法において、脆性材料は、たとえば液晶パネルのガラスに使用される厚さ0.7mmのノンアルカリ系ガラスを用い、レーザ光5はCO₂レーザ光を用いた。また、溝3は、先端にダイヤモンドなどの超硬度を有するものを装着した脆性材料用切断工具で形成した。

【0049】脆性材料の分割条件として、つぎに示すレーザ出力、分割速度および分割幅を選定した。

(a) 溝3に照射するレーザ光5

レーザ出力：40W

分割速度：50mm/s

分割幅：3mm

(b) 溝3に照射するレーザ光5とは異なるレーザ光21

レーザ出力：60W

分割速度：50mm/s

溝からの照射位置：7.5mm

【0050】図15～16に示す従来の方法では、温度分布が溝に対して非対称であるため、発生する熱応力も非対称となり、材料端部の亀裂方向が制御できない。そのため、たとえ適切な割断条件の場合でも、割断の作業歩留りは約70%であった。そこで、前記分割条件で本実施の形態の方法を実施した結果、割断の作業歩留りは100%近くまで向上することが実験などにより確認できた。

【0051】本実施の形態では、脆性材料としてノンアルカリ系ガラスを用いたが、他のガラスやアルミナセラミックスのほか、石英または半導体材料などを用いることができる。また、レーザ光としては、加工材料の材質によってCO₂レーザ光またはYAGレーザ光などを適宜に選択することができる。

【0052】実施の形態6

図8は本発明の第6の実施の形態にかかる脆性材料の分割方法を示したものである。この分割方法は、図8に示されるように、溝3から脆性材料4の端面23までの距離(分割幅)aの2倍の位置、つまり溝3に対しては距離2a離れた非対称の位置24に、溝3に照射するレーザ光5と同じ強度分布をもつレーザ光25を走査方向8に沿って照射して脆性材料4を分割する。

【0053】この分割方法において、脆性材料は、たとえば液晶パネルのガラスに使用される厚さ0.7mmのノンアルカリ系ガラスを用い、レーザ光5はCO₂レーザ光を用いた。また、溝3は、先端にダイヤモンドなど

の超硬度を有するものを装着した脆性材料用切断工具で形成した。

【0054】脆性材料の分割条件として、つぎに示すレーザ出力、分割速度および分割幅aを選定した。

(a) 溝3に照射するレーザ光5

レーザ出力：40W

分割速度：50mm/s

分割幅a：3mm

(b) 溝3に照射するレーザ光5とは別のレーザ光25

レーザ出力：40W

分割速度：50mm/s

溝からの照射位置：6mm

【0055】図15～16に示す従来の方法では、温度分布が溝に対して非対称であるため、発生する熱応力も非対称となり、材料端部の亀裂方向が制御できない。そのため、たとえ適切な割断条件の場合でも、割断の作業歩留りは約70%であった。そこで、前記分割条件で本実施の形態の方法を実施した結果、割断の作業歩留りは100%近くまで向上することが実験などにより確認できた。

【0056】本実施の形態では、脆性材料としてノンアルカリ系ガラスを用いたが、他のガラスやアルミナセラミックスのほか、石英または半導体材料などを用いることができる。また、レーザ光としては、加工材料の材質によってCO₂レーザ光またはYAGレーザ光などを適宜に選択することができる。

【0057】

【発明の効果】以上のように、本発明の請求項1によれば、材料端部の亀裂方向を制御し、材料端部に安定した亀裂を溝方向に発生させることができるために、材料端部に品質に悪影響を与えるクラックが生じず、割断の作業歩留りを向上させることができる。

【0058】また本発明の請求項2によれば、脆性材料の破壊韌性を上げることで、材料端部に亀裂を溝方向に安定に発生させて、材料端部に品質に悪影響を与えるクラックが生じさせずに、割断の作業歩留りを向上させることができる。

【0059】また本発明の請求項3によれば、レーザ照射中の溝に隣接する分割予定線には溝がないため、分割幅が狭くても材料を分割でき、割断の作業歩留りを向上させることができる。

【0060】また本発明の請求項4によれば、片面ずつ材料を安定して分割でき、割断の作業歩留りを向上させることができる。

【0061】また本発明の請求項5によれば、分割幅が狭くても材料を分割でき、割断の作業歩留りを向上させることができる。

【0062】さらに本発明の請求項6によれば、分割幅が狭くても材料を分割でき、割断の作業歩留りを向上させることができる。

11

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態を示す脆性材料の分割方法の説明図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態を示す脆性材料の分割方法の説明図である。

【図3】 本発明の第2の実施の形態を示す脆性材料の分割方法の説明図である。

【図4】 本発明の第2の実施の形態を示す脆性材料の分割方法の説明図である。

【図5】 本発明の第3の実施の形態を示す脆性材料の分割方法の説明図である。

【図6】 本発明の第4の実施の形態を示す脆性材料の分割方法の説明図である。

【図7】 本発明の第5の実施の形態を示す脆性材料の分割方法の説明図である。

【図8】 本発明の第6の実施の形態を示す脆性材料の分割方法の説明図である。

【図9】 従来の脆性材料の分割方法の説明図である。

【図10】 従来の脆性材料の分割方法の分割断面形状の概略図である。

【図11】 従来の脆性材料の分割方法の説明図である。

【図12】 従来の脆性材料の分割方法の分割断面形状の概略図である。

【図13】 従来の脆性材料の分割方法の説明図である。

10

20

【図14】 2枚の脆性材料を貼り合わせた被加工材の従来の分割方法の説明図である。

【図15】 従来の脆性材料の分割方法の説明図である。

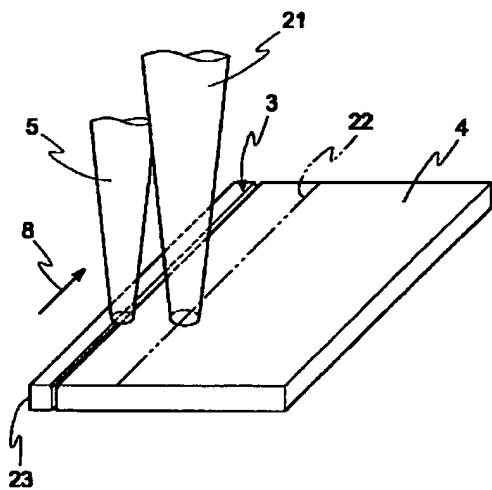
【図16】 従来の脆性材料の分割方法の説明図である。

【図17】 従来の脆性材料の分割方法における分割中の温度分布の概略図である。

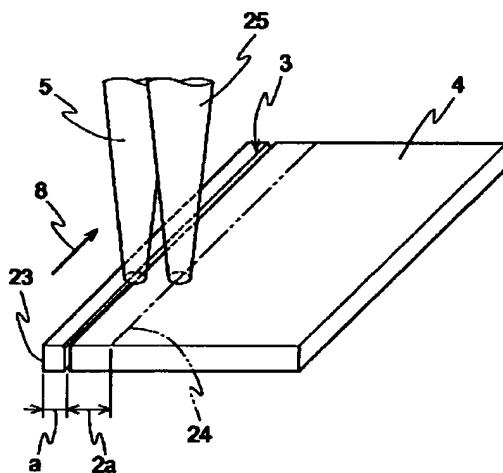
【符号の説明】

1 レーザ照射部の位置を示す矢印、2 材料端部（分割開始部）、3 溝、4 脆性材料、5 レーザ光、6 亀裂、7 一旦、レーザ光の照射部を材料の外側に移動させたときの位置を示す矢印、8 走査方向、9 ノズル、10 ビーム径、11 ホットプレート、12 溝（1番目の切り出し材の分割予定線）、13 2番目の切り出し材の分割予定線（溝なし）、14 溝（2番目の切り出し材の分割予定線）、15 1番目の切り出し材、16 互いにずれた位置、17 表面の溝、18 裏面の分割予定線（溝なし）、19 裏面の溝、20 表面の分割断面、21 異なるレーザ光、22 照射位置、23 端面、25 同じ強度分布をもつレーザ光、26 クラック、27 分割予定線（溝なし）、28 温度分布（二点鎖線）、29 温度分布の低温方向、a, L 分割幅、2a 距離、3a ガラスの分割面、L2 互いにずれた位置の間隔。

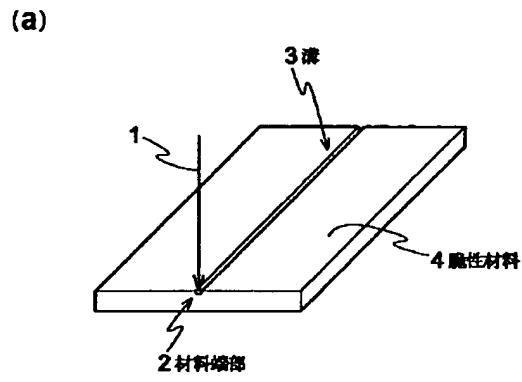
【図7】



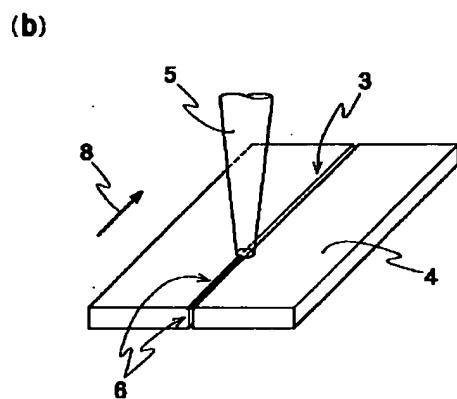
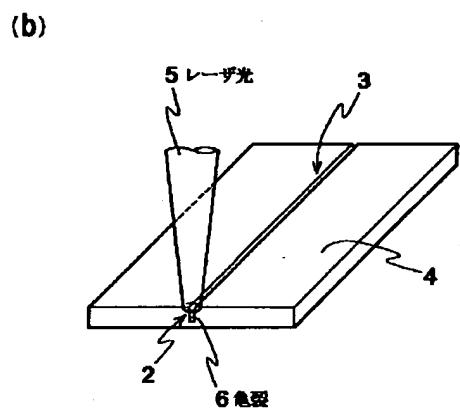
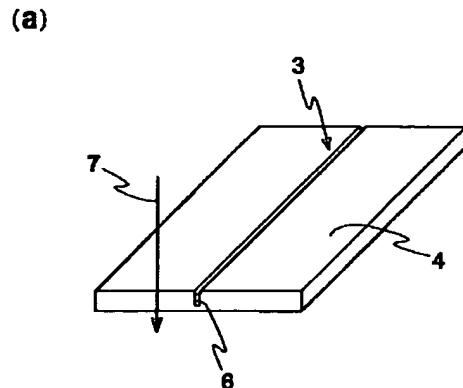
【図8】



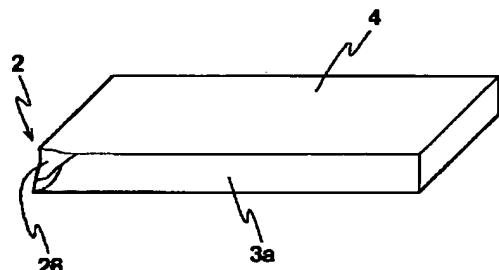
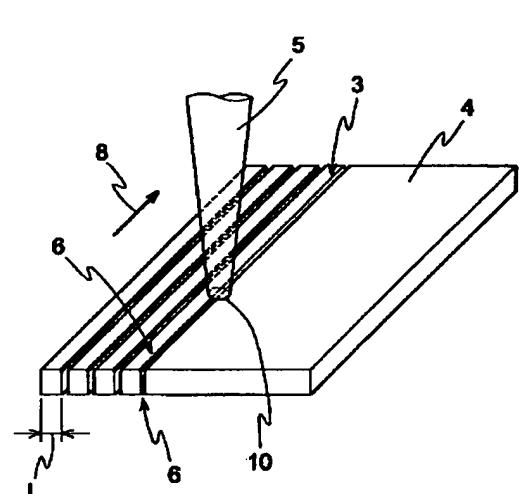
【図1】



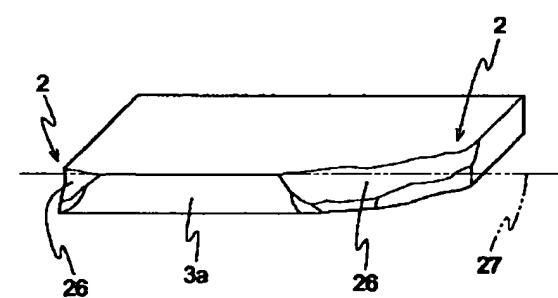
【図2】



【図9】

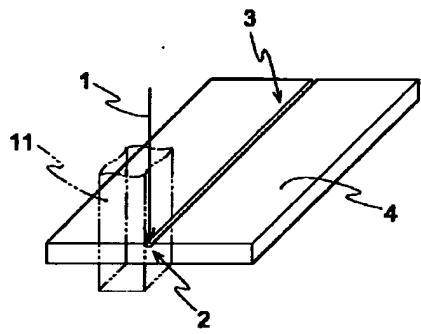


【図10】

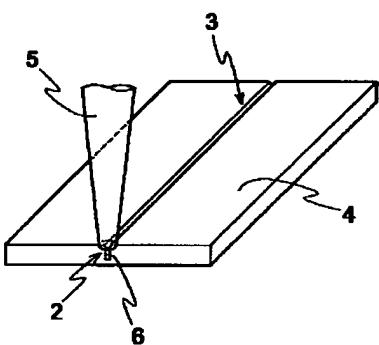


【図3】

(a)

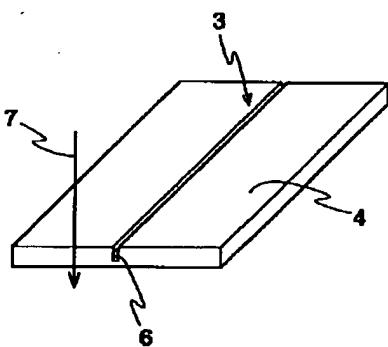


(b)

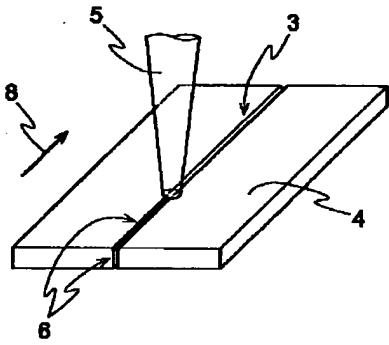


【図4】

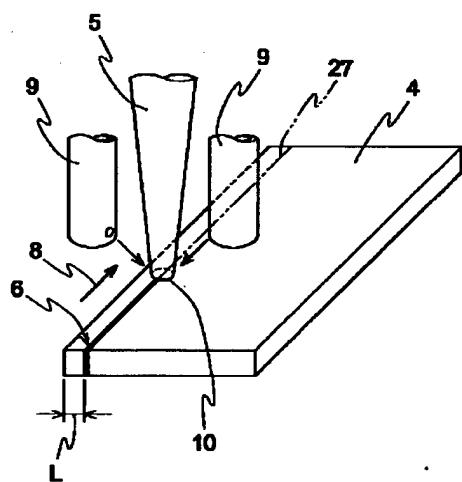
(a)



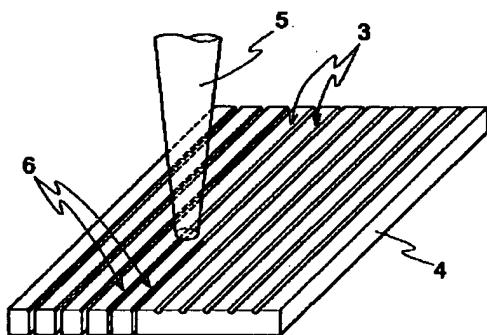
(b)



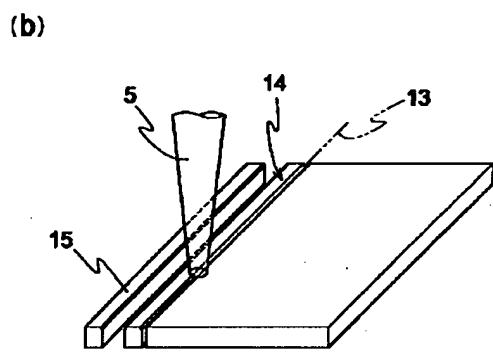
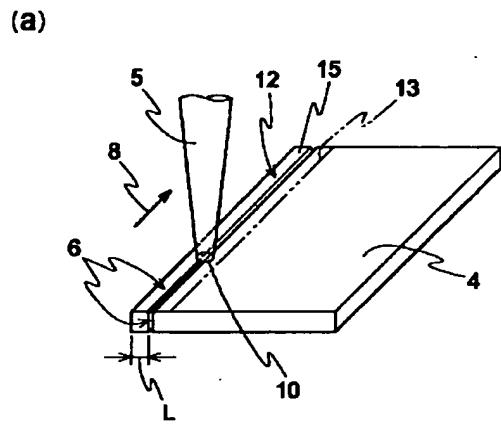
【図11】



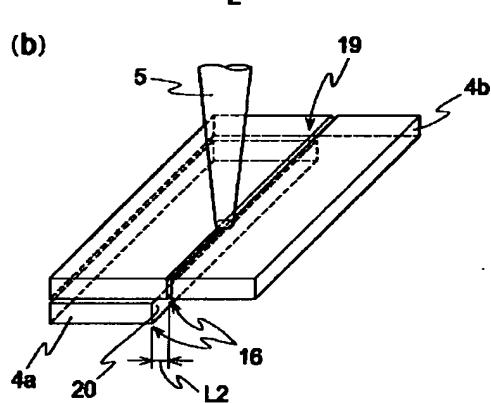
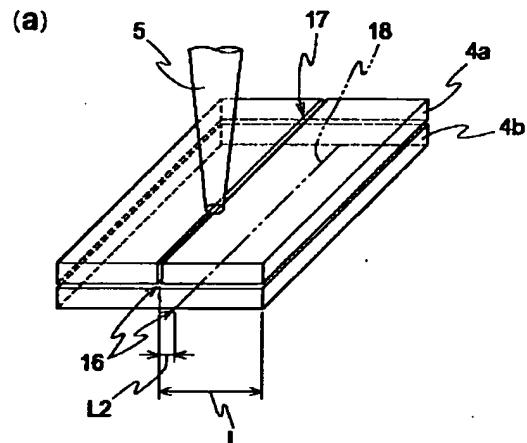
【図13】



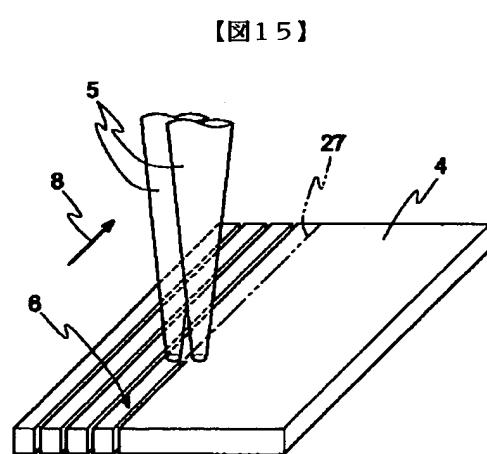
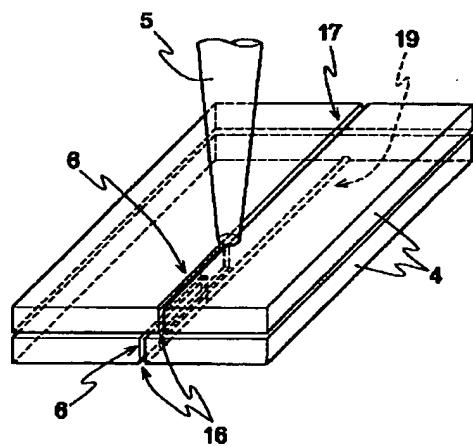
【図5】



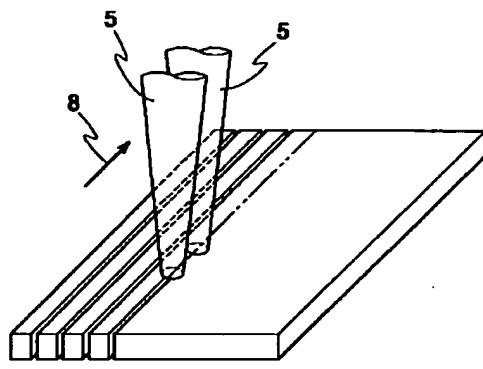
【図6】



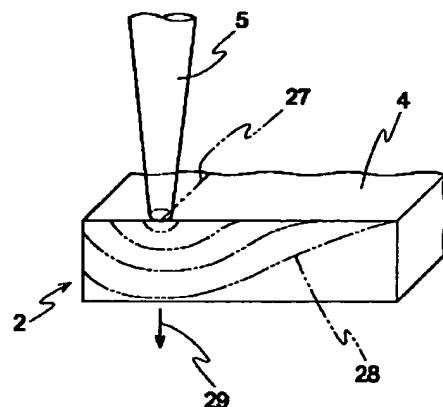
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 森安 雅治
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 香川 傲男
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 4E068 AA03 AE00 AJ03 CA10 CA16
CB06 CD04 DB12 DB13
4G015 FA06 FB01 FC01 FC14